Aus dem Physiologischen Institut der Universität München
Leiter: Professor Dr. Broemser
Referent: Professor Dr. Hahn

Die sensible Auslösung des Schluckaktes

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
in der Zahnheilkunde

verfaßt und der Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Johann Fels
München

1939

Bayerische Druckerei u. Verlagsanstalt K.G., München 5, Müllerstraße 27/29

Gedruckt mit Genehmigung der Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität in München

Referent: Professor Dr. H a h n
Dekan: Professor Dr. D a b e l o w

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Tag der mündlichen Prüfung: 30. November 1939.

Meiner lieben Mutter
in Dankbarkeit gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548311_0186

Um an diese Frage herangehen zu können, möchte ich erst den Schluckakt als solchen einer Betrachtung unterziehen. In der Mundhöhle wird die aufgenommene Nahrung zu einem Bissen geformt, der mittels des Schluckaktes durch den Schlund, die Speiseröhre und die Kardia in den Magen befördert wird. Der Schluckakt selbst zerfällt in sehr komplizierte Bewegungen, die von der Muskulatur des Pharynx, des Oesophagus und der Kardia ausgelöst werden.

Beim Schluckakt selbst können drei Phasen beobachtet werden, das Palugyay röntgenologisch bewiesen hat. Und zwar gelangt in der 1. Phase der Ingesta aus dem Mund in die Speiseröhre. Diese 1. Phase, die auch buccopharyngealer Schluckakt genannt wird, hat Zwaademaker und Eykmann in drei weitere Stadien unterteilt: Im ersten Stadium gleitet der Bissen zwischen Zunge und Pharynxwand nach unten, wobei sich die Zunge immer hinter dem Bissen stark an die Pharynxwand anpreßt. Weiter geht der Bissen zwischen der Hinterfläche der Epiglottis und der Pharynxwand nach unten; dabei steigt der Kehlkopf in die Höhe, indem sowohl das Zungenbein durch Muskelzug gehoben als auch der Kehlkopf dem Zungenbein genähert wird. Gleichzeitig erfolgt der Larynxschluß. Im zweiten Stadium werden Zungenbein, Kehlkopf mit Kehldeckel und Luftröhre nach vorn gezogen, die Speiseröhre geöffnet. Der Gipfel der Epiglottis gleitet hinter den Bissen an der hinteren Rachenwand entlang, und der Bissen gelangt alsdann in den Anfangsteil des Oesophagus. Im dritten Stadium kehren Zunge, Zungenbein und Kehlkopf in ihre Ausgangslage zurück, und der Kehlkopf öffnet sich wieder. Die erste Phase des Schluckaktes erfolgt unabhängig von der Körperstellung, d. h. sie wickelt sich in aufrechter Körperlage, wie auch im Kopfstand in derselben Weise ab, wobei auch die Konsistenz des Bissens keine Rolle spielt.

Ganz anders verhält es sich bei der 2. Phase, bei welcher der Ingesta den Oesophagus passiert. Die Feststellungen von Falk, auf Grund der Versuche von Meltzer, daß der Mensch auch wider die Schwerkraft genau so schlucken kann, wie in aufrechter Stellung, ist von Schreiber widerlegt worden. Er machte diesbezüglich folgenden Versuch: Er machte Aufnahmen von Menschen in Kopfstellung. Bei Verabreichung von Einzelschlucken Kontrastflüssigkeit gelangte nach 20—30 Sekunden noch nichts in den Magen. Die Kontrastflüssigkeit drang nur bis in den Halsteil der Speiseröhre ein und war in den meisten Fällen in der Höhe der ersten Rippe, manchmal in der Höhe der zweiten Rippe nachweisbar. Bei Verabreichung von mehreren Schlucken Kontrastflüssigkeit rasch hinter-

einander, also beim Aufwärtstrinken, schob sich der Inhalt besonders bei Verabreichung von größeren Massen bis in den unteren Anteil des thorakalen Speiseröhrenabschnittes vor, wobei ein der idiopathischen Speiseröhrendilatation ähnliches Bild entstand. — Die Passage der Ingesta durch den Oesophagus ist, wie schon gesagt, Differenzen unterworfen, die 1. durch die Lage des Individuums im Raume, 2. durch die Konsistenz der Speisen und 3. durch die Art der Aufnahme der Ingesta, je nachdem, ob diese in einmaligem Schlingakt oder durch rasch hintereinanderfolgende Aufnahme von Bissen, also durch fortgesetztes Essen oder Trinken erfolgt.

In aufrechter Vertikalstellung durchläuft Flüssigkeit die Speiseröhre am raschesten, während Pasta in derselben Stellung am langsamsten den Oesophagus passiert. Ganz anders verhält es sich bei Horizontallage oder bei Kopfstellung. In Beckenhochlage, wenige Grade über der horizontalen, ist die Passage sowohl von Flüssigkeit als auch von pastösem Ingesta dieselbe, während bei einem Neigungswinkel in Beckenhochlage etwas über 50° (unter der horizontalen) die in einem Schluck verabfolgte Flüssigkeit bereits nicht mehr an die Kardia gelangt. Der Neigungswinkel kann noch um mehrere Grade erhöht werden, bevor der pastöse Einzelbissen in der Speiseröhre steckenbleibt.

Der Ablauf der peristaltischen Wellen weist ebenfalls Verschiedenheiten auf. Diese sind von der Lage des Menschen während des Schluckens und von der Konsistenz der Ingesta abhängig. Bei Verabreichung von Flüssigkeiten unter Zuhilfenahme von Kontrastmittel können keine peristaltischen Wellen beobachtet werden. Wohl kann man solche bei Verabreichung von Pasta studieren, wobei man die Feststellung machen kann, daß diese um so stärker sind, je mehr die Stellung des Schluckenden von der Vertikalen abweicht. Ebenfalls kann die Beobachtung gemacht werden, daß die Peristaltik unabhängig von der Körperstellung um so stärker ist, je näher zur Kardia hin sie beobachtet werden kann.

In der zweiten Phase des Schluckaktes, also am ösophagealen Schluckakt, konnte P a l u g y a y vier beteiligte Faktoren feststellen:

1. der buccopharyngeale Schluckmechanismus
2. die Peristaltik der Speiseröhre
3. der Tonus des Oesophagus
4. die Schwerkraft.

Der buccopharyngeale Schluckmechanismus befördert breiige, vor allem aber flüssige Speisen nicht nur bis zum Mund der Speiseröhre, sondern in jeder Körperlage bis an das untere Ende des Hals-

teiles der Speiseröhre. Bei Vertikalstellung werden Flüssigkeiten durch ihn' und die Schwerkraft ohne nachweisbare peristaltische Tätigkeit bis an die Kardia befördert. Feste Speisen werden von der tonischen Kontraktion der Speiseröhrenwand umschlossen, wodurch die Peristaltik die Möglichkeit gefunden hat, den Bissen weiter zu fördern. Hat die Bewegung des Bissens, die ihm der buccopharyngeale Schluckmechanismus erteilt hat, einen Abschluß gefunden, so tritt nun die Peristaltik des Oesophagus in Kraft. Die Peristaltik der Speiseröhre hängt nicht allein von dem in der Speiseröhre sich befindenden Bissen ab. So kann z. B. der Nachweis erbracht werden, daß sich die Peristaltik in Kopfstellung nach einiger Zeit erschöpft, und daß erst ein neuerlicher buccopharyngealer Schluckakt, der entweder leer oder mit Ingesta erfolgt, eine neuerliche Peristaltik auslöst, die jedoch nach einiger Zeit wieder erschlaffen kann.

Der Tonus des Oesophagus ist nicht an allen Stellen derselbe. Dafür spricht schon der Umstand, daß einzelne Teile des Speiserohres eine große Contractilität der Speiseröhrenwandung aufweisen, während dies besonders im thorakalen Teil des Oesophagus nicht der Fall ist. Allgemein ist man heute der Ansicht, daß der Halsteil der Speiseröhre geschlossen ist und deshalb einen höheren Tonus aufweist als der fast durchweg offenstehende thorakale Teil des Oesophagus. Die Peristaltik kann als beförderndes Agens nur dann wirksam sein, wenn der Spannungszustand der Oesophaguswand ausreicht, um seinen Inhalt so zu umfassen, daß der Bissen oder Schluck in der Höhe festgehalten wird, in welche er durch die Peristaltik gebracht wurde. Dies gilt natürlich nur dann, wenn die Schwerkraft als förderndes Mittel ausgeschaltet ist.

Auch der Schwerkraft kommt bei der Beförderung durch den Oesophagus eine wesentliche Rolle zu. Abgesehen von der Differenz der Beförderungsgeschwindigkeit der Ingesta im Stehen, also in der Richtung der Schwerkraft und in der die Schwerkraftkomponente ausschaltenden Horizontallage, spricht auch die Differenz der Passagegeschwindigkeit von flüssigen und pastösen Kontrastmassen in der Vertikalstellung dafür, daß der Schwerkraft ein großer Einfluß zukommt. Daß die Schwerkraft für die Beförderung der Ingesta nicht als alleiniger Faktor in Betracht kommt zeigt, daß eine Weiterbeförderung auch bei der Ausschaltung der Schwerkraft, also in horizontaler Lage der Speiseröhre und unter Umständen gegen die Wirkungsrichtung der Schwerkraft, also in Beckenhochlage bzw. in senkrechter Kopfstellung erfolgen kann.

In der 3. Phase des Schluckaktes tritt die Ingesta aus der Speiseröhre durch die Kardia in den Magen. Die Kardia ver-

hindert die Passage von Speisen aus dem Magen in den Oesophagus, gestattet aber dem Bissen einen erleichterten Durchtritt in den Magen. Allerdings kann unter gewissen Bedingungen auch eine Passage in umgekehrter Richtung, d. h. von dem Magen nach dem Oesophagus zu, erfolgen. An der Kardia findet sich ein tonischer Verschluß, der, wie v. Openchowsky an Hunden und Kaninchen feststellte, bei leerem Magen locker geschlossen und bei gefülltem Magen einen festen Verschluß aufweist. Wenn die Ingesta in den Magen eintreten sollen, muß dieser tonische Verschluß überwunden werden. Dies vollbringt gewöhnlich die Oesophagusmuskulatur durch die von oben nach unten fortschreitenden Kontraktionen, wobei der Oesophagusmund gleichzeitig verschlossen ist. Die Schwerkraft der Speisen übt auf den tonischen Verschluß der Kardia keine oder nur ganz untergeordnete Rolle aus. Je nach dem Verhalten des Kardiaverschlusses gelangen die Speisen rasch oder langsamer in den Magen. Das verschiedene Verweilen der Speisen vor der Kardia kann auch bei ein und demselben Menschen beobachtet werden und ist aber keineswegs pathologisch.

Palugyay kam auf Grund röntgenologischer Beobachtungen des Ingestdurchtrittes durch die Kardia, bei Ausschaltung der Schwerkraft zu dem Resultat, daß die Zeitdauer zwischen den einzelnen Oeffnungsakten der Kardia abhängt, sowohl vom Füllungszustande des Magens als auch von der Beschaffenheit, Konsistenz und Temperatur des Bissens. Er stellte fest, daß bei zunehmender Füllung des Magens der Bissen längere Zeit am unteren Ende des Oesophagus verweilt, als dies bei leerem oder nur mäßig angefülltem Magen der Fall ist und daß außerdem das Quantum, das bei einmaliger Oeffnung der Kardia in den Magen gelangte, bei zunehmender Füllung des Magens geringer wurde.

Die 1. Phase des Schluckaktes, bei welcher der Bissen zum Schlund gelangt, ist ein willkürlicher Vorgang und hat mit dem eigentlichen Schluckakt nichts zu tun. Somit kann der ganze Schluckakt als unwillkürlicher, wohlgeordneter Reflexvorgang bezeichnet werden. Der Schluckreflex wird durch Berührung bestimmter Schleimhautstellen der Mund- und Rachenhöhle hervorgerufen. Kahn hat diesbezüglich eine Reihe von Tierexperimenten gemacht, die ich hier wiedergeben möchte. Um ein abschließendes Urteil über die vielen hier in Betracht kommenden Einzelheiten zu fällen, muß eine große Anzahl von Tieren herangenommen werden, damit die auftretenden Schwierigkeiten einigermaßen verringert werden und das Endresultat ein besseres ist. Die Befragung verschiedener Schleimhautbezirke und Nerven nach dem Ergebnis ihrer

Reizung stößt auf eigentümliche Schwierigkeiten. Da man die Schleimhäute aus ihrer verborgenen Lage an die Oberfläche bringen muß, indem die oberen Abschnitte der Verdauungs- und Atmungsorgane eröffnet werden, treten gleichzeitig Schwierigkeiten auf. Hier ist nun die Einwirkung der kalten, wasserarmen Luft sowie längere Irritation durch häufigen mechanischen Reiz zum Zwecke der Erregbarkeitsuntersuchung, ferner die durch die Operation stets einigermaßen geschädigte Blutversorgung die Ursache, daß die Erregbarkeit der Schleimhaut sehr rasch abnimmt, woraus mannigfache Fehlerquellen entstehen können. Bei Reizung der Nerven liegt in den durch dieselben angeregten, zum Teil sehr heftigen Schmerzempfindungen eine erhebliche Erschwerung des Studiums, ihrer Beziehung zur sensiblen Innervation des Schluckaktes, was sich um so störender geltend macht, als eine hier etwas helfend wirkende Narkose aus wichtigen Gründen nicht wünschenswert erscheint. Außerdem kommt noch dazu, daß jene Nerven, bei denen dieses Studium begründet ist, auch mehr oder minder bei der motorischen Innervation des Schluckaktes und, wie wichtige Untersuchungen zeigten, teilweise auch bei der Hemmung derselben eine Rolle spielen, so daß Durchschneidungsversuche die Berücksichtigung einer ganzen Reihe von möglichen Fehlern erheischen.

Es zeigte sich, daß die Schleimhautstellen und deren Nerven, von denen aus Schluckbewegungen hervorgerufen werden können, sich bei den verschiedenen Tieren nicht gleich verhalten. Es ist daher nur möglich, bei der nun folgenden, näheren Erörterung dieser Verhältnisse die einzelnen Tierversuche gesondert zu besprechen.

Kaninchen.

Um die hier in Betracht kommenden Schleimhautbezirke zugänglich zu machen, muß Kehlkopf, Pharynx und hinterer Teil der Mundhöhle eröffnet werden. Bei der Eröffnung geht man am besten folgendermaßen vor: Die spitze Branche einer starken Schere wird unterhalb der Cartilago cricoidea in den Kehlkopf eingestochen und es werden der Reihe nach dieser Knorpel, das Lig. cricothyreoideum, die Cartilago thyrioidea und das Lig. thyreohyoideum bis zum Körper des Zungenbeins durchschnitten. Der Kehlkopf nebst Epiglottis wird genau medial eröffnet, während der Schnitt zwischen Kehlkopf und Zungenbein neben der Mittellinie geführt wird, um nicht zu viele Schnittflächen der daselbst verlaufenden Venen zu erzeugen. Nun werden die Wundränder rasch auseinandergeklappt, mit vorbereiteten, geeigneten Haken gefaßt, zur Seite gezogen und alle blutenden Gefäße mit dem Galvanokauter behandelt. Die Blutungen stehen

meistens sehr leicht, etwas schwerer an jenen Stellen, an welchen sich die Venen über den oberen Rand der Cartilago thyreoideae begehen. Sollte sich jedoch auf den nun freiliegenden Flächen etwas Blut angesammelt haben, so muß dieses sehr vorsichtig mit kleinen weichen Tupfern ausgetupft werden. Die untere Hälfte der nun zutage liegenden Schleimhautpartien wird von der dorsalen Fläche, den seitlichen Wänden und den beiden Hälften der ventralen Wand des Kehlkopfes gebildet. Der obere dorsale Rand der Cart. thyreoidea wird von dem Cart. arytenoid. gekrönt, von denen aus die Plicae ary-epiglotticae nach außen und oralwärts zu den beiden Hälften der medial durchschnittenen Epiglottis ziehen. Die Epiglottishälften sind nun mit ihrer hinteren, rachenwärts gewendeten Fläche sichtbar und der untere Pharynx ist von der dorsalen Kehlkopfwand verdeckt. Ueber den Cart. arytenoid. bildet der untere Rand des uvulalosen Velums mit den nach abwärts ziehenden Gaumenpharynxbögen eine nach unten zugespitzte Ellipse. Das Velum ist sehr lang, recht dünn und verdeckt ein großes Stück des oberen Pharynx, sowie den Eingang zur Nasenhöhle. Hinter dem unteren Rand des Zungenbeinkörpers liegen die kleinen Tonsillen, deren Freilegung durch Spaltung des Zungenbeines starke Blutung erfährt.

Die Reizung der Schleimhaut erfolgt mittels eines feinen weichen Wattekügelchens, welches mit physiologischer Kochsalzlösung getränkt ist. W a l l e r und P r e v o s t, die auch eine Reihe diesbezüglicher Untersuchungen machten, reizten die betreffenden Schleimhautpartien mittels des elektrischen Stromes. Allerdings sind beträchtliche Stromstärken zu solchen Versuchen erforderlich, da der Schleim und die von ihm bedeckte und durchtränkte Schleimhaut dem Strom einen bedeutenden Widerstand entgegensetzt und daher leicht Ungenauigkeiten und Schleimhautschädigungen auftreten können.

K a h n fand beim Kaninchen drei Schleimhautstellen, die bei geringer mechanischer Reizung einen Schluckreflex ausgelöst haben. Diese drei Stellen unterscheiden sich voneinander nur durch ein verschieden großes Stadium der latenten Reizung. Die Stelle von dem hinteren Rande des harten Gaumens bis zu den Tonsillen ist so empfindlich, daß ein auf sie fallender Wassertropfen einen Schluckvorgang auslöst.

Ebenfalls sicher wird bei leichter mechanischer Reizung an der dorsalen und seitlichen Wand des oberen Pharynx etwa ½ bis 1 cm über dem unteren Rand des Velums ein Reflex ausgelöst, der jedoch eine etwas größere Reflexzeit beansprucht.

Die dritte Stelle, die durch mechanischen Reiz prompt erregbar ist, ist die ganze Fläche der Epiglottis und deren Basis. Außer von den genannten Orten ist, allerdings nur nach starker Reizung mit großen Schwämmen, wie sie Wassilieff bereits in seinen Versuchen angewandt hat, ein Schluckreflex zu erzielen.

Wird nun der normale Weg, welchen die Futtermassen der Kaninchen einschlagen, betrachtet, so liegt auf demselben nur eine Stelle, die von dem vorbeigleitenden Bissen so getroffen werden, daß ein Schluckreflex ausgelöst werden kann. Normalerweise wird also beim Kaninchen nur an einer Stelle, nämlich an der Schleimhaut des weichen Gaumens, der Schluckreflex ausgelöst. Gelangt aber ausnahmsweise beim Schlucken ein Teil des Bissens in den obersten Pharynx, dann kann er durch einen neuerlichen Schluckakt in den Oesophagus befördert oder, wenn er zu hoch nach oben in den Nasengang gelangt ist, durch exspiratorischen Atemreflex nach außen getrieben werden. Bleibt aber etwas davon am Kehlkopfeingange hängen, dann sorgt die Basis und dorsale Fläche der Epiglottis dafür, daß ein Schluckreflex zustande kommt. Ein bereits in den Kehlkopf gelangter Fremdkörper wird zunächst ausgehustet und wird dann durch Vermittlung der Epiglottis wieder geschluckt. Wenn aber vielleicht aus besonderen Gründen eine größere Menge von Futter im untersten Pharynx oder obersten Oesophagus liegengeblieben sein sollte, so kann im Notfall ein neuer von hier angeregter Schluck mit Hilfe verschluckten Speichels diese Organe säubern. Es ist also mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, daß der weiche Gaumen den Schluckreflex im engeren Sinne, alle übrigen Stellen aber Schutzschluckreflexe auslösen.

Es ist nun die Frage zu beantworten, von welchen Nerven die eben angeführten Schleimhautstellen sensibel versorgt werden. Schon Wassilieff schreibt auf Grund seiner eingehenden Untersuchungen mit Kaninchen, daß die Reizung von Laryngeus sup. regelmäßig Schlucke auslöse und daß eine Vernichtung dieses Nerven keinen Einfluß auf das Schlucken habe. Der Laryngeus sup. ist leicht und bequem zu präparieren und wegen der relativ geringen Schmerzhaftigkeit seiner Reizung ist die Anwendung stärkerer Ströme ohne weiteres selbst ohne Narkose möglich. Auf den geringsten Reiz hin werden besonders bei nicht narkotisierten Tieren eine Serie von Schluckakten hervorgerufen. Bei höheren Strömen erzielt man eine sehr hohe Schluckfrequenz. Im Anfang werden ungefähr alle 3 Sekunden ein Schluckakt ausgelöst, während etwas später alle 6 Sekunden eine Schluckwelle registriert werden kann.

Durchschneidet man den Laryngeus superior beiderseits und prüft die Erregbarkeit der Schleimhäute, so findet man stets die Epiglottis sowie deren Basis unempfindlich. Außerdem scheint die an sich schwer nachweisbare Erregbarkeit des untersten Pharynxabschnittes nach der Sektion dieser Nerven geschwunden zu sein. Von der Schleimhaut des Kehlkopfinnern sind keinerlei Reflexe mehr auszulösen.

Den zweiten Ast des Trigeniums hat Kahn in bezug seiner Reflexerregbarkeit folgendermaßen untersucht:

Da man beim Kaninchen diesen Nerven ohne große Schwierigkeit an der medialen Wand der Augenhöhle findet, wurde hier eingegangen und der Nerv freigelegt. Es wurde zunächst die Wirkung der elektrischen Reizung mit dem Induktionsstrom bezüglich des Schluckreflexes geprüft. Zu hohe Ströme gehen ohne besondere Vorsichtsmaßregeln mit heftigen Schmerzen und Reflexbewegungen des ganzen Körpers einher. Eine Narkose, die diese Momente ausschalten soll, hindert gleichzeitig das Zustandekommen des Schluckreflexes in hohem Maße. Mit zu schwachen Strömen war auch kein Erfolg zu erzielen. Kahn hat hier den goldenen Mittelweg gefunden, indem er folgendermaßen vorging:

Die Tiere erhielten (50 cg) Chloral. hydr. subkutan und es wurde die volle Narkosewirkung dieser Dosis abgewartet. Reizung der ventralen, wenig schmerzauslösenden Fasern enthaltenden Fläche des Nerven nahe an seiner Eintrittsstelle in die Augenhöhle ergab meistens prompten Schluckreflex, bei andauernder, nicht schmerzhafter Reizung eine Serie von Schlucken. Zusammenfassend ist hier zu sagen, daß bei Anwendung geeigneter Vorsichtsmaßregeln bei Reizung des zweiten Trigeminusastes in einer Reflexzeit, die nicht einmal eine Sekunde beträgt, eine Serie von Schluckbewegungen ausgelöst wurden. Bei Durchtrennung des zweiten Trigeminusastes an seiner Austrittsstelle aus der Schädelhöhle konnte festgestellt werden, daß die Hauptschluckstelle am weichen Gaumen auf derselben Seite unerregbar ist. Beiderseitige Durchschneidung hebt jede Erregbarkeit des weichen Gaumens auf, jedoch ist dieselbe an den Stellen der Schutzschluckreflexe noch erhalten.

Während nach Kroneckers und Meltzers sowie Wassiliieffs Angaben der Glossopharyngeus die Schluckbewegung hemmt, konnte Kahn beweisen, daß der Glossopharyngeus unter gewissen Bedingungen die Schluckbewegung hemmt, aber anderseits auch anregt. Seine sorgfältig durchgeführten Versuche zeigten deutlich, daß eine Reizung der isolierten Nerven allerdings erst nach ungefähr 14 Sekunden beginnende Schluckbewegungen hervorruft. Bei länger

anhaltendem Reiz erfolgen die Schluckbewegungen etwas rascher aufeinander. Unterbricht man nun das Experiment und reizt nach einiger Zeit den Glossopharyngeus abermals, so tritt die erste Schluckbewegung bereits nach der ersten Sekunde ein. — Durchschneidet man beim Kaninchen beide Glossopharyngei, so vollzieht sich bezüglich der Erregbarkeit folgende Aenderung. Die dorsale und seitliche Rachenwand hinter dem Velum wird schluckunerregbar, die Erregbarkeit knapp vor den Tonsillen ist etwas geringer geworden, während sich die übrigen Stellen normal verhalten. Daraus kann die Folgerung gezogen werden, daß der Glossopharyngeus jene Schleimhautbezirke innerviert, die der Schutzschluckreflex in Anspruch nimmt.

Auch dem Laryngeus inferior muß einige Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die sensiblen Beziehungen dieses Nerven zum Schluckakt konnte durch Reizung desselben mit einhergehendem Schluckreflex bewiesen werden. Der Laryngeus inferior scheint Beziehungen zur Schleimhaut des obersten Oesophagus zu haben, denn nach seiner Durchschneidung auf beiden Seiten, ist die stets recht geringe Erregbarkeit dieser Stellen geschwunden.

Zusammenfassend wäre über die Versuche mit Kaninchen folgendes zu sagen: Der vorbeigleitende Bissen erregt durch Berührung des weichen Gaumens den zweiten Trigeminusast; dadurch wird ein Schluckreflex ausgelöst, der den Bissen weiterbefördert. Sollte ein Teil des Bissens auf falsche Wege geraten oder Sekret an eine Stelle gekommen sein, die nicht auf dem normalen Schluckwege liegt, so kann diese Substanz durch einen Schluck aus dem Pharynxkopf durch Vermittlung des Glossopharyngeus oder aus dem Kehlkopfeingange durch Vermittlung des Laryngeus superior weiterbefördert werden. Während die Weiterbeförderung aus dem obersten Oesophagus wahrscheinlich durch den Laryngeus inf. erfolgt.

Hunde.

Kahn geht beim Freilegen der in Betracht kommenden Schleimhautpartien folgendermaßen vor: Die beiden Mm. sternothyreoidei werden unter ihrem Ansatz am Kehlkopf medial voneinander getrennt, so daß der untere Rand des Ringknorpels freiliegt. Mit der spitzen Branche einer Schere sticht man unter der ventralen Ringknorpelfläche in den Kehlkopf und schneidet diesen rasch sowie den Zungenbeinkörper und den Myelohyoideus bis in den Ansatz der Zunge durch. Mit bereitgehaltenen Haken werden die Wundränder stark auseinander gezogen, wodurch die Blutung aus den kleineren Venen infolge der eintretenden Spannung zum Stillstand gebracht

wird. Die größeren durchschnittenen Venen werden mit Klammern gefaßt und das in das Kehlkopfinnere fließende Blut vorsichtig von der Trachea ferngehalten. Da die Schleimhautpartien, die nun zutage getreten sind, von denen des Kaninchens sehr verschieden sind, ist eine Beschreibung derselben angezeigt. Im Kehlkopf sind die Morgagnischen Taschen viel ausgebildeter und die kleinen Knorpel zwischen den Epiglottishälften von mannigfacher Form. Das uvulalose Velum ist viel kürzer und die Pharynxgaumenbogen umspannen eine relativ viel größere freiliegende Fläche der dorsalen Pharynxwand. Am oberen Rande der Wandfläche liegen die Tonsillen in ihren Nischen.

Die freigelegten Schleimhäute werden nun mit feinen weichen Wattekügelchen, oder wie Wassilieff angibt, mittels eines Schwämmchens gereizt und als Endergebnis zeigen sich wieder drei Stellen, von denen der Schluckreflex mit Sicherheit ausgelöst werden kann. Ganz leicht wird durch Reizung von der dorsalen Fläche des Velumens ein Schluckakt ausgelöst, wie auch durch Reizung jener Partie der dorsalen Pharynxwand, welche oben vom freien Rande des Gaumensegels, unten von den über dem Kehlkopfrande gegeneinander stehenden Schleimhautfalten und seitlich von den Pharynxgaumenbögen begrenzt wird. Durch intensive Reizung kann auch an der seitlichen und dorsalen Wand des oberen Pharynx ein Erfolg erzielt werden. Ebenso wie beim Kaninchen gibt die Schleimhaut der dorsalen Fläche und Basis der Epiglottis einen prompten Reflex. Die Schleimhaut des untersten Pharynx hinter dem Kehlkopfe läßt auch manchmal einen Schluckreflex in Erscheinung treten, während alle übrigen Teile der Schleimhaut des Rachens und der Mundhöhle unerregbar sind.

Aus obigen Betrachtungen gelangt man zu der Schlußfolgerung, daß beim Hunde der Schluckreflex gewöhnlich an der dorsalen Pharynxwand in der Verlängerung der Mundachse ausgelöst wird. Die dorsale Velumfläche, die Epiglottis und der oberste Pharynx, können hier als Schluckerreger nur dann in Betracht kommen, wenn ein Teil des Bissens oder ein Sekret an solche Orte gelangen, welche nicht auf dem normalen Schluckwege liegen.

Werden nun die in Betracht kommenden Teile bezüglich ihrer Innervation untersucht, so hat bereits Mosso feststellen können, daß eine Reizung des Laryngeus superior Schluckreflexe zur Auslösung gebracht hat. In der Tat konnte Kahn bei Reizung der Laryngeus sup. in der Reflexzeit von ungefähr einer Sekunde, zeitlich eng aufeinanderfolgende Schluckakte erzeugen. Die Durchschneidung des Laryngeus superior lähmt die Schleimhaut der

Epiglottis und deren Basis sowie die retrolaryngeale Seite des Pharynx.

Nur unter sehr großen Schwierigkeiten kann der zweite Trigeminusast erreicht und erfolgreich gereizt werden. Wie Kahn in seiner ausgezeichneten Methode den zeiten Ast des Trigeminus freigelegt hat, möchte ich hier im einzelnen nicht beschreiben. Da die Reizung dieses Nerven nur mit außergewöhnlichen Schmerzen ausgeführt werden kann und da unter Narkose die Erfolge sehr unsichere sind, hat Kahn die Beziehung dieses Nerven zum Schluckakt durch Durchtrennung desselben gezeigt. Bei Durchtrennung des Ramus maxillaris sup. beiderseits kann gezeigt werden, daß der oberste Pharynx vollkommen unerregbar ist, während der Schluckreflex von der dorsalen Fläche des Velums zwar noch auszulösen ist, aber nicht mehr so leicht wie vorher. Alle anderen Stellen weisen ihre normale Erregbarkeit auf.

Die Reizung des Glossopharyngeus ruft beim Hund immer einwandfreie, sowohl einzelne wie auch ganze Serien von Schluckakten hervor. Allerdings muß man hier, zumal beim nicht narkotisierten Tier immer eine der wechselnden und relativ großen Schmerzhaftigkeit Rechnung tragende Stromstärke bei passender Reizfrequenz aussuchen, was sich nur durch Uebung an einer größeren Zahl von Tieren erreichen läßt. Durchschneidet man den Glossopharyngeus an der Innenseite, so ist die Erregbarkeit der gleichseitigen Hälfte der dorsalen Pharynxwand geschwunden. Beiderseitige Durchtrennung dieser Nerven lähmt die Hauptschluckstelle des Hundes vollständig. Dabei erscheint auch die Empfindlichkeit der dorsalen Velumfläche deutlich herabgesetzt.

Durch Reizung des Laryngeus inf. und deren einzelner Zweige kann man ab und zu einen Schlingakt erzeugen; doch scheint dieser Nerv eine diesbezügliche ganz untergeordnete Rolle zu spielen. Wohl kann man auf Grund obengenannter Feststellungen und Versuche sagen, daß der gegen die dorsale Pharynxwand geschobene Bissen durch Vermittlung des Glossopharyngeus eine Weiterbeförderung erfährt. Durch Vermittlung des zweiten Trigeminusastes und des Laryng. sup. können auf falsche Wege geratene Fremdkörper geschluckt werden. Am Schutzschluckreflex scheint sich auch der Glossopharyngeus zu beteiligen.

Affen.

Die Versuche, wie sie eben am Kaninchen und Hund dargestellt wurden, sind am Affen ungleich schwieriger. Der Hals des Affen ist sehr kurz, die Nerven und Gefäße des Halses liegen sehr eng

beieinander und sind in zähes, reich mit Fett durchsetztes Bindegewebe eingeschlossen, wodurch eine schnelle und exakte Präparation erschwert ist. Außerdem kommt noch dazu, daß meist nur eine geringe Zahl von Tieren zur Verfügung steht. Der erforderliche Eingriff kann deshalb nicht mit der nötigen Erfahrung bzw. Schnelligkeit durchgeführt werden. Trotz den eben genannten Schwierigkeiten ist es Kahn gelungen, an den drei Affen, die ihm zur Verfügung standen, ziemlich einheitliche und erfreuliche Resultate zu erzielen, die ich hier wiedergeben will. — Beim Affen regt der gegen den Pharynx geschobene Bissen den Schlingakt bei seinem Vorübergleiten an den Tonsillen an. Der sensible Teil des Reflexes spielt sich im Trigeminus, wahrscheinlich in dessen zweitem Aste ab. Seine beiderseitige Durchtrennung lähmt die Hauptschluckstelle an den Gaumenbögen. Als außerordentliche Schluckstelle ist ferner der dorsale Teil des Kehlkopfeinganges und die dorsale Fläche und Basis der Epiglottis zu betrachten, die beide vom Laryngeus sup. versorgt werden. Die Reizbarkeit der Pharynxwand, welche gering ist, ist dem Glossopharyngeus zuzuschreiben. Eine Schleimhautstelle, die der Innervation vom Laryng. inf. entspräche, konnte Kahn nicht finden.

Betrachtet man nun die Versuchsergebnisse der einzelnen Tierarten, so kann man große Verschiedenheiten bezüglich der schluckauslösenden Schleimhautstellen und deren Nerven vorfinden. Während beim Kaninchen am weichen Gaumen durch den Trigeminus der Schluckreflex zur Auslösung gebracht wird, löst beim Hund der Glossopharyngeus, der an der dorsalen Pharynxwand verläuft, den Schluckakt aus. Beim Affen hingegen ist die in Frage kommende Schleimhautpartie am oberen Teil der Gaumenbögen, die vom Trigeminus innerviert wird.

Für den Menschen ist diese Frage noch offen. Wassilieff versuchte im eigenen Munde, aber ohne Erfolg, diese schluckauslösende Stelle zu finden. Die Berührung mehrerer Partien veranlaßte Brechreize, nur selten und unsicher Schluckbewegungen auszulösen. Deshalb gelangte Wassilieff zu der Annahme, daß zur Erzeugung des Schluckaktes beim Menschen vorbereitende Bewegungen in der Schlundenge erforderlich seien, welche bei der experimentellen Reizung nicht hervorgerufen werden. Es handelt sich also bei der Auslösung des Schluckaktes um keinen einfachen sensibel auslösbaren Reflex.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Hahn für die freundliche Uebernahme des Referates und für die Anregungen meinen besten Dank auszusprechen.

Schrifttum

Kahn R. H.: Arch. f. (Anat. u.) Physiologie 1903, Suppl. Bd.

— Arch. f. (Anat. u.) Physiologie 1906.

Kronecker und Meltzer: Arch. f. (Anat. u.) Physiologie 1883, Suppl. Bd.

Openchowsky: Dtsch. med. Wochenschr. 1889.

Palugyay Jos.: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bd. 3.

Schreiber: Ueber den Schluckmechanismus. Arch. f. exp. Pathologie und Pharmakologie 1901, Bd. 46.

— Arch. f. Verdauungskrankheiten.

Waller A. et Prevost J. L.: Étude relative aux nerfs sensilifs qui président aux phénomenès reflexes de la Deglutition. Arch. de Physiol. norm. et pathol. 1870.

Wassilieff: Zeitschrift f. Biol. 1887, Bd. 24.

Zwaademaker und Eykmann: Nederlandsche tijdschr. v. geneesk 1901.

— — Arch. internat. de physiol. 1904, Bd. 1.

Lebenslauf

Am 14. Februar 1915 wurde ich als Sohn des Anton Fels und seiner Frau Anna, geb. Bohle, in Dornbirn geboren. Dortselbst besuchte ich 6 Klassen der Grundschule und 6 Klassen der Oberrealschule. Anschließend trat ich in die Oberrealschule in Friedrichshafen ein, wo ich Ostern 1936 die Reifeprüfung bestand.

Mein ganzes Studium legte ich auf der Universität in München ab und machte im Oktober 1939 das zahnmedizinische Staatsexamen.